

**PENGARUH KONSENTRASI KATALIS
(Lempung Teraktivasi) DAN WAKTU REAKSI
PADA PEMBUATAN BIODIESEL
DARI MINYAK BIJI KAPUK (*Ceiba pentandra*)**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

**Oleh :
FEPTI ETIKA SARI
D500150116**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH KONSENTRASI KATALIS (Lempung Teraktivasi)
DAN WAKTU REAKSI PADA PEMBUATAN BIODIESEL
DARI MINYAK BIJI KAPUK (*Ceiba pentandra*)**

PUBLIKASI ILMIAH

OLEH :

FEPTI ETIKA SARI

D500150116

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen

Pembimbing



Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D

NIDN 0609086801

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH KONSENTRASI KATALIS (Lempung Teraktivasi)
DAN WAKTU REAKSI PADA PEMBUATAN BIODIESEL
DARI MINYAK BIJI KAPUK (*Ceiba pentandra*)**

OLEH :

FEPTI ETIKA SARI

D500150116

Telah dipertahankan didepan dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 11 Juli 2019

Dewan Penguji :

1. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D

(Ketua Dewan Penguji)

2. Hamid, S.T., M.T.

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D.

(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan



Ir. Sri Sunarjono, MT., PhD

NIDN 0630126302

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 11 Juli 2019

Penulis



Fepti Etika Sari

D500150116

**PENGARUH KONSENTRASI KATALIS (Lempung Teraktivasi)
DAN WAKTU REAKSI PADA PEMBUATAN BIODIESEL
DARI MINYAK BIJI KAPUK (*Ceiba pentandra*)**

Abstrak

Biodiesel merupakan campuran dari mono alkil ester asam lemak dari minyak nabati atau lemak hewan. Biodiesel yang diproduksi dari minyak biji kapuk (*Ceiba pentandra*) merupakan salah satu dari stok pakan alternatif baru untuk diesel minyak bumi. Akan tetapi, masih dijumpai masalah dikarenakan viskositas minyak biji kapuk lebih tinggi dibandingkan dengan petroleun diesel. Untuk mengatasi masalah tersebut, minyak biji kapuk melalui reaksi esterifikasi transesterifikasi dengan bantuan katalis. Tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan metil ester yaitu dengan mereaksikan minyak biji kapuk dan metanol dengan katalis lempung teraktivasi asam (H_2SO_4) sebanyak 100 gram minyak biji kapuk dengan rasio perbandingan mol minyak : metanol 1:9, suhu reaksi $60^{\circ}C$, waktu reaksi 1 jam pada reaksi esterifikasi. Pada reaksi esterifikasi sebanyak 20 gram minyak biji kapuk dengan variasi waktu reaksi 1 jam, 1,5 jam, 2 jam. Variasi jumlah katalis lempung 1%, 2%, 3%, pada suhu $60^{\circ}C$ dan kecepatan pengadukan 400 rpm. Didapatkan hasil konversi biodiesel tertinggi pada waktu reaksi 1 jam dengan jumlah katalis 2%, dengan nilai yield sebesar 77,83%, nilai densitas sebesar $0,8678\text{ g/m}^3$, bilangan asam sebesar 0,3958, dan viskositas sebesar 3,8753 cSt. Dan sudah memenuhi spesifikasi biodiesel menurut SNI-04-7182-2015. Sehingga dapat disimpulkan, esterifikasi transesterifikasi minyak biji kapuk mampu menghasilkan biodiesel.

Kata kunci : biodiesel, katalis lempung, aktivasi asam, esterifikasi, transesterifikasi

Abstract

Biodiesel is a mixture of mono alkyl fatty acid esters from vegetable oils or animal fats. Biodiesel produced from kapok (*Ceiba pentandra*) seed oil is one of the new alternative feed stocks for petroleum diesel. However, there is a problem because the viscosity of kapok seed oil is higher than petroleum diesel. To overcome this problem, kapok seed oil through the reaction of esterification transesterification by assisting the catalyst. The steps taken to get methyl ester are by reacting kapok seed oil and methanol with acid activated clay catalyst (H_2SO_4) of 100 grams of kapok seed oil with a mole ratio of oil: methanol is 1: 9, reaction temperature $60^{\circ}C$, reaction time of one hour in reaction esterification. In the esterification reaction 20 grams of kapok seed oil with a variation of reaction time of 1, 1.5, and 2 hours. Variation in the amount of clay catalyst 1%, 2%, 3%, at a temperature of $60^{\circ}C$ and stirring speed of 400 rpm. The highest biodiesel conversion results obtained at reaction time of 1 hour with the amount of catalyst 2%, with a yield value of 77.83%, density value of 0.8678 g / m^3 , acid number of 0.3958, and viscosity of 3.8753 cSt. And already meets the biodiesel specification according to ISO-04-7182-2015. So that it can be concluded, the esterification of transesterification of kapok seed oil is able of producing biodiesel.

Keywords: biodiesel, clay catalyst, acid activation, esterification, transesterification.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi besar sebagai sumber energi non-fosil. Sumber energi minyak dan gas bumi di Indonesia jumlahnya jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan sumber energi non-fosil. Akan tetapi sampai saat ini masyarakat masih mengandalkan energi yang bersumber dari bahan bakar fosil (Putri dkk, 2018). Krisis energi yang terjadi di Indonesia saat ini, mengharuskan pemerintah untuk mencari energi alternatif sebagai pengganti energi yang bersumber dari minyak bumi, batu bara, dan gas alam yang ketersediaannya tidak dapat diperbaharui (Nurhasanah dkk, 2017).

Biodiesel merupakan campuran dari mono alkil ester asam lemak dari minyak nabati atau lemak hewan. Baik minyak nabati atau lemak hewan termasuk dalam golongan lipida. Minyak dan lemak merupakan trigliserida karena minyak dan lemak membentuk ester dari tiga molekul asam lemak yang terikat pada molekul gliserol (Santoso dkk, 2012). Biodiesel memiliki kadar emisi gas buang lebih rendah daripada energi yang bersumber dari minyak bumi, gas alam, dan batu bara sehingga mengurangi pemanasan global (Nurhasanah dkk, 2017). Biodiesel diproduksi dari minyak biji kapuk (*Ceiba Pentandra*) merupakan salah satu dari stok pakan alternatif baru untuk diesel minyak bumi. Penggunaan biodiesel murni atau campuran biodiesel yaitu, campuran biodiesel dan solar dapat digunakan sebagai bahan bakar pada mesin diesel apa pun tanpa modifikasi (Asokan & Vijayan, 2014)

Minyak biji kapuk (*Ceiba pentandra*) adalah minyak nabati yang tidak bisa dimakan. Minyak ini diekstrak dari biji tanaman *Ceiba pentandra*. Tumbuh secara alami daerah tropis lembab dan sub-lembab. Tanaman ini berpotensi untuk pengembangan bahan baku biofuel terbarukan. Meski demikian, tidak bisa digunakan langsung sebagai biofuel karena masih mengandung tinggi atom oksigen, viskositas tinggi, titik beku tinggi, nilai kalor rendah, dan ketidakstabilan termal (Mirzayanti dkk, 2017). Dengan demikian, mereka perlu diubah menjadi biodiesel melalui sejumlah proses seperti esterifikasi transesterifikasi. Transesterifikasi adalah proses

menggunakan alkohol (metanol atau etanol) di hadapan katalis, seperti natrium hidroksida atau kalium hidroksida, untuk secara kimia memecah molekul minyak mentah menjadi metil atau etil ester dari minyak dengan gliserol sebagai produk sampingan. Proses ini telah banyak digunakan untuk mengurangi viskositas trigliserida (Panneerselvam dkk, 2016).

Pembuatan biodiesel selama ini lebih banyak menggunakan katalis homogen, akan tetapi menimbulkan permasalahan pada produk yang dihasilkan, misalnya masih mengandung katalis yang harus dilakukan separasi lagi. Sehingga dikembangkan katalis heterogen memudahkan untuk separasi katalis dari produk. Beberapa penelitian telah membuktikan lempung sebagai katalis untuk mempercepat reaksi (Nurhasana dkk, 2017). Lempung digunakan sebagai katalis karena struktur lempung memiliki pori yang lebih besar dibandingkan zeolit, stabilitas termal tinggi, luas permukaan lebih luas dan aktivitas katalitik yang baik (Firman, Bahri, & Khairat, 2016).

2. METODE

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak biji kapuk yang berasal dari daerah Sukoharjo Jawa Tengah, katalis lempung yang berasal dari daerah Cepoko kecamatan Sawit kabupaten Boyolali Jawa tengah, H_2SO_4 (*pa grade, Merck*), H_3PO_4 (*technical grade, Merck*), $NaOH$ (*technical grade, Merck*), Methanol (*technical grade*), indikator PP, akuades.

Sedangkan alat yang digunakan pada penelitian ini adalah ayakan 100 mesh, buret, botol timbang, corong pemisah, erlenmeyer, gelas beker, gelas ukur, *heater*, karet hisap, kertas saring, kondensor, labu leher tiga, labu ukur, *magnetic stirrer*, neraca analitik, *oven*, pengaduk kaca, piknometer, pipet tetes, termometer, viskometer oswald. Ada beberapa tahapan yang dilakukan pada penelitian ini, antara lain :

2.2 Pembuatan Katalis Lempung

Tahap pertama pada pembuatan katalis yaitu, batu lempung ditumbuk dan diayak dengan ukuran $-100 +200$ *mesh* dengan ketentuan ukuran partikel yang lolos pada pengayak 100 *mesh* dan tertahan pada pengayak 200 *mesh*.

Selanjutnya dilakukan proses aktivasi lempung dengan cara mencampurkan 100 gram lempung kedalam 200 ml H_2SO_4 , lalu campuran tersebut diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu ruangan selama 24 jam. Kemudian campuran tersebut disaring dengan menggunakan pompa vakum, lalu dikalsinasi pada suhu 300°C selama 3 jam, dan didinginkan didalam desikator. Kemudian dianalisa komponennya dengan spektrofotometri FT-IR dan XRD.

2.3 Proses *Degumming*

Minyak biji kapuk ditimbang kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 80°C sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah itu ditambahkan asam fosfat sebanyak 0,3% dari berat minyak. Suhu minyak dipertahankan selama 15 menit sambil diaduk. Selanjutnya, minyak dimasukkan kedalam corong pemisah untuk memisahkan dari pengotor-pengotornya.

2.4 Proses Esterifikasi

Minyak hasil *degumming* ditimbang sebanyak 200 gram dan dimasukkan kedalam labu leher tiga pada suhu reaksi 60°C . Setelah suhu reaksi tercapai, ditambahkan methanol yang telah diukur rasio perbandingan mol minyak : methanol 1: 9 dan katalis H_2SO_4 sebanyak 1%-b. Setelah bereaksi selama 1 jam, produk esterifikasi dimasukkan kedalam corong pemisah dan didiamkan selama 1 jam sampai terbentuk 2 dua lapisan (Nurhasanah dkk, 2017). Lapisan bawah dipisahkan dari lapisan atas berupa katalis H_2SO_4 dan methanol sisa. Lalu dihitung kadar ALB-nya, kemudian dilanjutkan ke tahap transesterifikasi.

2.5 Proses Transesterifikasi

Produk esterifikasi ditimbang sebanyak 20 gram dimasukkan kedalam labu leher tiga pada suhu reaksi 60°C . Setelah suhu reaksi tercapai, ditambahkan katalis lempung dengan variasi 1%, 2%, 3% dan methanol yang telah diukur dengan perbandingan rasio mol minyak : methanol 1: 9.

Direaksikan pada variasi waktu 1 jam, 1,5 jam, 2 jam, dengan suhu reaksi 60°C dan kecepatan pengadukan 400 rpm. Lalu produk transesterifikasi didinginkan dan disaring menggunakan kertas saring *whatman*, didiamkan

hingga terbentuk dua lapisan yaitu gliserol dan biodiesel. Pemurnian metil ester menggunakan evaporator, kemudian dianalisa yield, viskositas, bilangan asam serta komposisi biodiesel dengan *Gas chromatography-mass spectrometry* (GC-MS).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses *Degumming*

Bertujuan untuk mengurangi pengotor yang terdapat didalam minyak biji kapuk seperti fosfolipid, serta yang ikut terbawa saat proses ekstraksi minyak dan pengotor lainnya. Pemilihan asam fosfat pada proses ini agar terjadi proses koagulasi dan flokulasi sehingga memungkinkan partikel pengotor dapat mengendap karena adanya tumbukan antar flok yang terjadi dengan bantuan pengadukan. Minyak biji kapuk hasil proses ini dikarakterisasi meliputi densitas, viskositas, kadar air, kadar asam lemak bebas dan perubahan warna. Karakteristik minyak biji kapuk sebelum dan setelah proses *degumming* dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 1. Karakteristik minyak biji kapuk sebelum dan setelah *degumming*

Karakteristik	Satuan	Sebelum <i>Degumming</i>	Setelah <i>Degumming</i>
Densitas (40°C)	kg/m ³	937,00	894,00
Viskositas (40°C)	mm ² /s	6,71	6,23
Kadar air	%	6,90	0,15
Kadar ALB	%	18,31	0,23
Warna	-	coklat kehitaman	Kecoklatan

3.2 Proses Esterifikasi

Dari tabel 1. dapat dilihat bahwa kadar air setelah proses *degumming* yaitu 0,15%, sedangkan kadar ALB-nya yaitu 0,23%. Kadar air berbanding lurus dengan kadar ALB dimana semakin tinggi kadar air, maka kadar ALB pada minyak juga akan meningkat.

3.3 Karakteristik Biodiesel

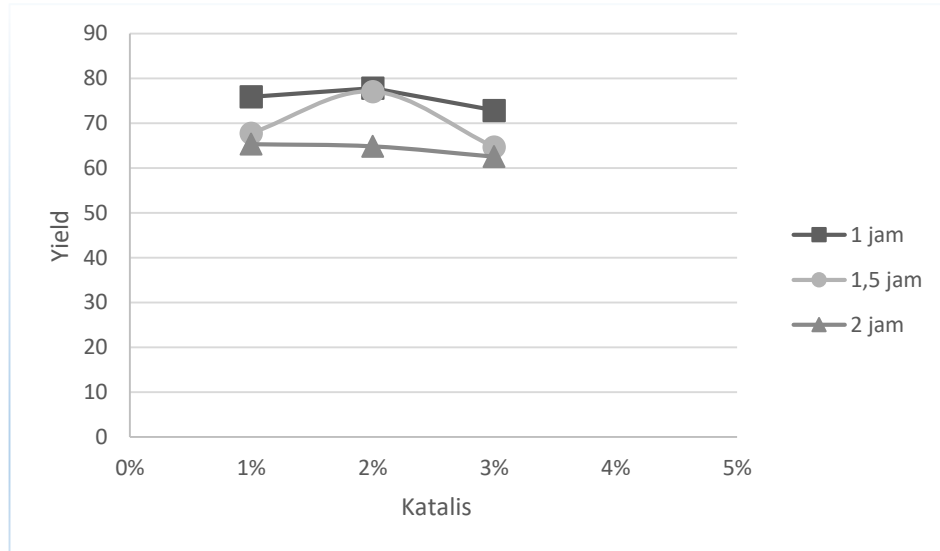
Hasil biodiesel yang paling optimum diuji karakteristiknya yaitu densitas, viskositas, angka asam dengan memperhatikan standar mutu biodiesel menurut SNI 7182:2015 yang ditampilkan pada tabel 3.2 berikut.

Tabel 2. Karakteristik biodiesel dibandingkan Standar Nasional Indonesia

Waktu (menit)	Jumlah katalis (%)	Densitas (gram/m ³)	Bilangan asam	Viskositas (cSt)
60	1	0,8566	0,3376	3,4956
60	2	0,8678	0,3958	3,8753
60	3	0,8857	0,4235	4,6944
90	1	0,8579	0,2820	3,9954
90	2	0,8673	0,3667	4,3947
90	3	0,8537	0,3947	4,9556
120	1	0,8648	0,3152	4,8446
120	2	0,8559	0,4512	5,4786
120	3	0,8572	0,5364	6,4956
SNI 2015	-	0,85-0,90	Maks 0,5	2,3-6,0 cSt

Biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu menurut SNI 7182:2015 dengan karakteristik: densitas 867,8 kg/m³, viskositas 3,8753 cSt, angka asam 0,3958 mg KOH/g biodiesel.

1) Analisa uji yield pada variasi waktu dan jumlah katalis ditunjukkan pada Gambar 1.

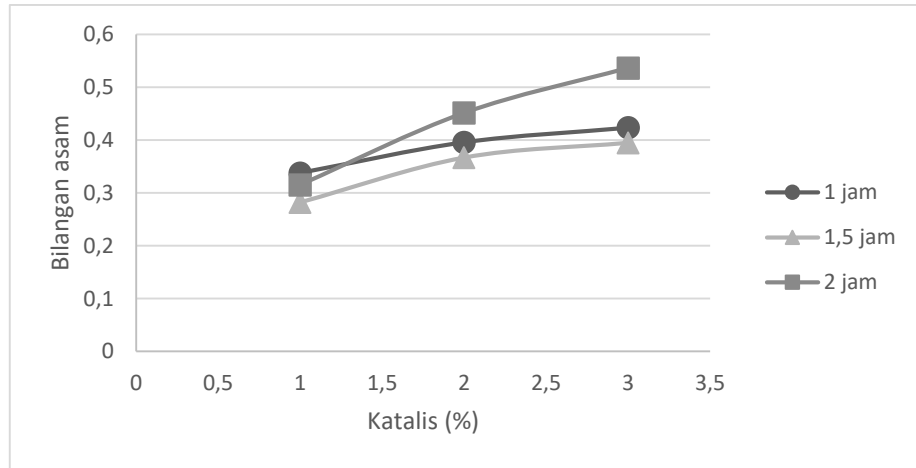


Gambar 1. Analisa uji yield biodiesel pada variasi waktu dan jumlah katalis

Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa waktu sangat berpengaruh dalam proses pembuatan biodiesel biji kapuk. Terjadi penurunan pada waktu reaksi 2 jam, karena kemungkinan besar metanol menguap. Sehingga pada grafik tersebut menunjukkan bahwa pada waktu reaksi 2 jam hasil rendemen yield biodiesel lebih rendah daripada waktu lainnya. Pada variasi waktu 1 jam, 1,5 jam, 2 jam pada biodiesel biji kapuk rendemen yield yang dihasilkan biodiesel biji kapuk yang optimum adalah sebesar 77,83% pada waktu 1 jam jumlah katalis 2%.

Semakin banyak katalis akan menyebabkan cairan semakin kental dan campuran sulit dipisahkan serta menyebabkan reaksi penyabunan. Sehingga hasil yield yang didapatkan juga sedikit. Tetapi apabila jumlah katalis kurang maka yield yang terbentuk akan kurang maksimal (adhari dkk, 2016).

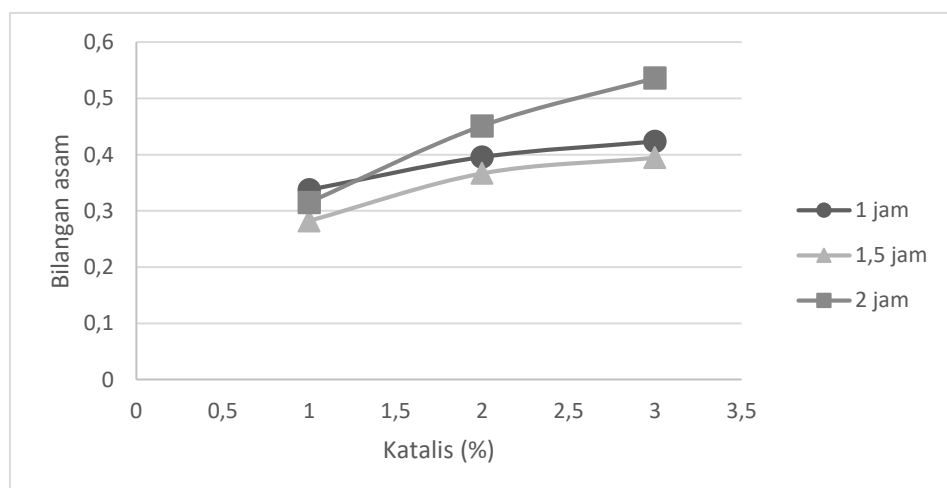
2) Analisa uji densitas pada variasi waktu dan jumlah katalis ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Uji bilangan asam biodiesel pada variasi waktu dan jumlah katalis

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu reaksi maka densitas akan semakin rendah, begitu pula sebaliknya semakin cepat waktu reaksi maka densitas akan semakin tinggi. Biodiesel yang memiliki densitas melebihi ketentuan/standar akan menyebabkan reaksi pembakaran tidak sempurna (Sinabutar, 2009).

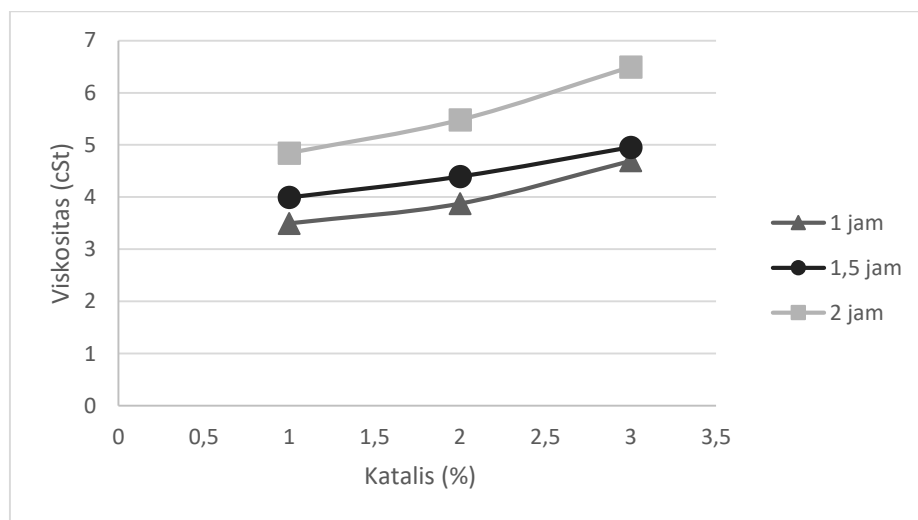
3) Analisa uji angka asam pada variasi waktu dan jumlah katalis ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Uji bilangan asam biodiesel pada variasi waktu dan jumlah katalis

Pada gambar 3 menunjukkan beberapa dari sampel ada satu sampel yang tidak memenuhi standar yaitu 0,5364 pada waktu 2 jam katalis 3%. Angka asam yang tinggi merupakan indikator bahwa biodiesel masih mengandung asam lemak bebas. Semakin rendah angka asam biodiesel, semakin baik mutu biodiesel. Dengan demikian, biodiesel tersebut tidak bersifat korosif dan tidak membahayakan injektor mesin diesel (Nurlis, 2017).

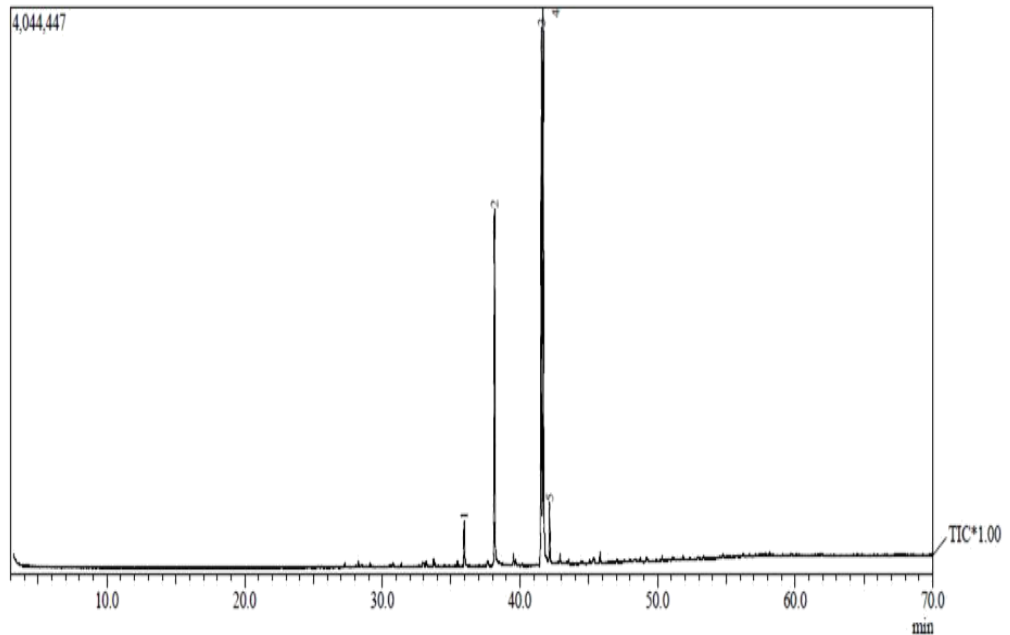
- 4) Analisa uji viskositas biodiesel pada variasi waktu dan jumlah katalis ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Uji viskositas biodiesel pada variasi waktu dan jumlah katalis

Dari gambar 4 dapat dilihat hasil analisa uji viskositas pada biodiesel biji kapuk diperoleh viskositas berkisar antara 3,49-6,49 cSt. Terdapat satu sampel yang memiliki nilai viskositas diatas standar biodiese, yaitu 6,49 cSt. Viskositas yang tinggi cenderung menjadi masalah dari bahan bakar dan ini menjadi salah satu faktor yang menentukan dalam pemakaian biodiesel (Sinabutar, 2009).

- 5) Analisa uji GC-MS biodiesel pada variasi waktu dan jumlah katalis ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Uji GC-MS biodiesel pada variasi waktu dan jumlah katalis

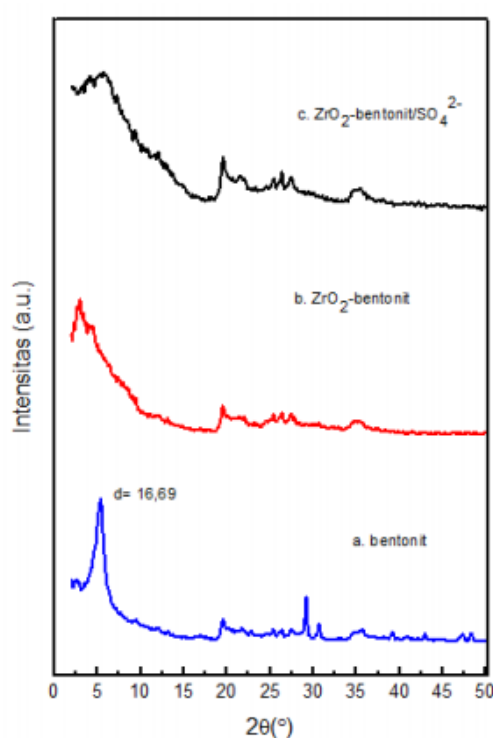
Tabel 3. Kandungan komponen hasil uji GC- MS

Puncak	Retensi waktu	Area (%)	Nama
1	35,956	2,72	Isopropyl myristate
2	38,156	22,41	Metil ester palmitat
3	41,559	34,87	Metil ester linoleat
4	41,691	36,51	Metil ester oleat
5	42,153	3,47	Metil ester stearat

Pada penelitian sebelumnya hasil uji GC-MS biodiesel dengan katalis asam 25 % waktu reaksi 1,5 jam, Hasil uji GC pada Gambar 5 dan tabel 3 menunjukkan beberapa senyawa organik yang terkandung di dalam metil

ester. Senyawa penyusun dalam metil ester minyak biji kapuk yang dominan adalah *9-Octadecenoic acid (methyl oleat)* 34,27%, *Hexadecanoic acid (palmitic acid)* 13,41%, *9,12-Octadecadienoic acid (linoleic acid)* 45,67%, *Heptadecanoic acid, 16-methyl-, methyl ester (methyl isostearate)* 3,80%, dan *9-tetradecynoic acid (oleic acid)* 2,84% (Nurlis, 2017).

6) Uji spektrofotometri FT-IR pada katalis ditunjukkan pada Gambar 6.

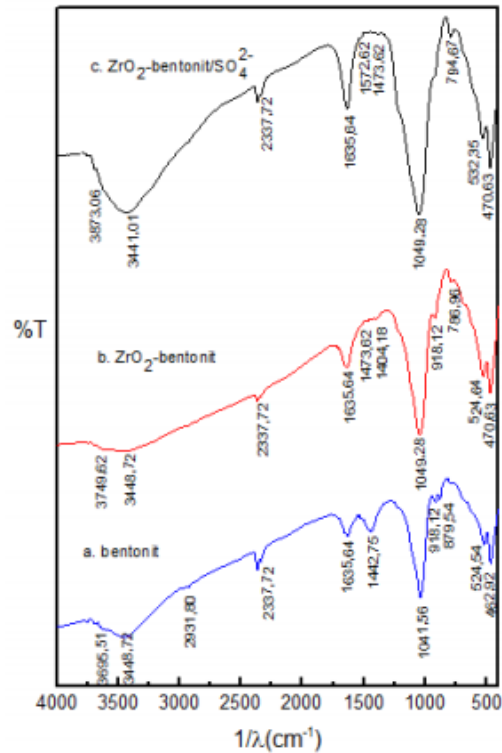


Gambar 6. Uji Spektrofotometri FT-IR pada katalis

Untuk menentukan gugus fungsi katalis digunakan instrumen Fourier Transform Infra Red (FTIR). Spektra inframerah mineral lempung (bentonit), ZrO₂-bentonit dan ZrO₂-bentonit/SO₄²⁻ diamati pada panjang gelombang 500-4000 cm⁻¹. Gambar 2 a) memperlihatkan pita serapan mineral bentonit seperti pada bilangan gelombang 3448,72 cm⁻¹ yang merupakan karakteristik vibrasi ulur OH dari Si-OH dan 3695,51 cm⁻¹ yang merupakan vibrasi OH dari Al-OH. Pita serapan pada bilangan gelombang 1635,64 cm⁻¹ merupakan vibrasi tekuk OH dari molekul air, 1442,75 cm⁻¹ merupakan vibrasi ulur Si-O-Al dan 1041,56 cm⁻¹ merupakan vibrasi ulur

dari Si-O-Si. Bilangan gelombang $524,54\text{ cm}^{-1}$ merupakan karakteristik untuk vibrasi tekuk Si-O-Al dan $462,92\text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi tekuk dari Si-O-Si. Pada gambar 2 b) dan c) memperlihatkan spektrum serapan inframerah pada bentonit yang telah mengalami modifikasi dengan cara pemiliran dengan ZrO_2 dan peningkatan sifat asam katalis dengan penambahan asam sulfat (sulfatasi). Pita serapan karakteristik untuk vibrasi ulur OH dari ALOH mengalami pergeseran dari bilangan gelombang $3695,51\text{ cm}^{-1}$ menjadi $3749,62\text{ cm}^{-1}$ pada ZrO_2 -bentonit dan $3873,06\text{ cm}^{-1}$ pada ZrO_2 -bentonit/ SO_4^{2-} yang kemungkinan disebabkan perubahan lingkungan dari ikatan tersebut karena terbentuknya ikatan antara pilar ZrO_2 dengan lapisan tetrahedral. Pita serapan $1041,56\text{ cm}^{-1}$ yang karakteristik untuk vibrasi ulur Si-O-Si mengalami sedikit pergeseran pada sampel ZrO_2 -bentonit dan ZrO_2 -bentonit/ SO_4^{2-} dengan pita serapan yang semakin lebar yang kemungkinan disebabkan proses pilarisasi dan penambahan asam pada sampel katalis. Pada gambar 2 b) dan c) memperlihatkan pita serapan pada bilangan gelombang yang menunjukkan situs asam Lewis ($1635,64\text{ cm}^{-1}$) yang semakin tajam yang mengindikasikan bahwa setelah pilarisasi dengan ZrO_2 sifat asam semakin bertambah kuat. Hal ini salah satunya disebabkan oleh ZrO_2 yang merupakan oksida logam transisi dimana sifat asam Lewisnya berasal dari atom zirkonium (Ward and Ko, 1994). Pita serapan yang menunjukkan situs asam Bronsted pada bilangan gelombang $1442,75\text{ cm}^{-1}$ semakin tidak tampak yang mengindikasikan semakin berkurangnya kekuatan asam Bronsted yang disebabkan proses dehidrasi melalui kalsinasi pada suhu 400°C . Dehidrasi juga menyebabkan berubahnya situs asam Bronsted Lowry menjadi asam Lewis.

7) Uji XRD pada katalis ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Uji XRD pada katalis

Pada gambar 7 menunjukkan puncak khas montmorillonit masih terlihat namun mengalami pergeseran ke arah kiri (sudut $2\theta < 5^\circ$). Terjadi pergeseran refleksi d001 pada sudut rendah yang berkaitan dengan peningkatan d001 sebagai akibat proses interkalasi dan pilarisasi. Secara teoritis, jika pilarisasi mampu menaikkan jarak antar lapis silika montmorillonit, akan terlihat pergeseran puncak khas yang menunjukkan basal spacing d001 ($2\theta = 5,29^\circ$) ke arah kiri (Fatimah dan Wijaya, 2006).

4. PENUTUP

Penerapan waktu reaksi dan jumlah katalis sangat berpengaruh terhadap nilai yield biodiesel. Hasil penelitian sudah memenuhi SNI 2015 antara lain viskositas antara 3,49-6,34 cSt, densitas 0,85-0,88 g/ml, bilangan asam 0,28-0,53 mg KOH/g sampel. Hasil biodiesel yang paling optimum yaitu pada

waktu reaksi 1 jam, katalis 2%, nilai yield 77,83%, nilai densitas 0,8678 g/m³, bilangan asam 0,3958 dan viskositas 3,8753 cSt.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhari, Hamsyah ; Yusnimar; Utami, S. P. (2016). Pemanfaatan Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel dengan Katalis Zno Presipitan Zinc Karbonat : Pengaruh Waktu Reaksi Dan Jumlah Katalis. *Jom FTEKNIK*, 3(2), 1–7.
- Asokan, M. A., & Vijayan, R. (2014). *Effective Conversion of Kapok Seed (Ceiba pentandra) Oil into Biodiesel and Investigation of Effects of Catalyst Concentrations and Chromatographic Characterization. International Journal of ChemTech Research*, 6(14), 5709–5715.
- Fatimah, I., dan Wijaya, K., 2006, Pengaruh Metode Preparasi Terhadap Karakter Fisikokimiawi Montmorillonit Termodifikasi ZrO₂ Akta Kimindo, Vol.1 no.2; 87-92.
- Firman, M. A. A., Bahri, S., & Khairat. (2016). Pirolisis Biomassa Kayu Pinus (*wood pine*) dengan Katalis Lempung menjadi Bio-oil. *jom fteknik*, 3(1), 1–11.
- Mirzayanti, Y. W., Prajitno, D. H., & Roesyadi, A. (2017). *Catalytic Hydrocracking of Kapuk Ceed oil (Ceiba pentandra) to Produce Biofuel using Zn-Mo Supported HZSM-5 Catalyst. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 67(12023), 1755–1315.
- Nurhasanah, Bahri, S., & Saputra, E. (2017). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk (*ceiba pentandra*) dengan Katalis Lempung Teraktivasi; pengaruh konsentrasi katalis dan aktivasi katalis. *jom fteknik*, 4(2), 305–314.
- Nurlis, Bahri, S., & Saputra, E. (2017). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk (*ceiba pentandra*) dengan Katalis Lempung Teraktivasi; Pengaruh Waktu Reaksi terhadap Yield Biodiesel. *jom fteknik*, 4(2), 1–6.
- Panneerselvam, N., Murugesan, A., Subramaniam, D., & Vijayakumar, C. (2016). *Production and Characterization of Biodiesel from Ceiba Pentandra Seed Oil. International Journal of Advanced Engineering Technology*, VII(1), 445–450.
- Putri, erlisa yanuari, Bahri, S., & Saputra, E. (2018). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk (*ceiba pentandra*) dengan Katalis Lempung Teraktivasi; pengaruh kecepatan pengadukan. *jom fteknik*, 5(1).
- Santoso, M. P. B., Susatyo, E. B., & Prasetya, A. T. (2012). Sintesis Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk dengan Katalis Zeolit Sekampadi. *Indo. J. Chem. Sci*, 1(2).

Sinabutar, D., 2009, Analisis Pengaruh Temperatur Reaksi dan Konsentrasi Katalis NaOH dalam Media Metanol Terhadap Perubahan Karakteristik Fisika Biodiesel Minyak Kelapa, Tesis Universitas Sumatera Utara, Medan.